

文化的進化における情報メディアの影響

Cultural Evolution under the Influences of Information Media

山本 格也* 稲垣 耕作**

要 旨

本論文では情報メディアがもたらす文化的進化について幾つかの考察を行う。仮想空間は想像力革命というべき特質を持ち、マルチメディア型情報環境の発達是我々の文化に大きな変化をもたらす可能性がある。著者の一人はVisulanと呼ぶビジュアルプログラミング言語を開発して、仮想空間メディアの普及を図るとともに、開発過程においてその影響を研究している。文化に根付いた情報メディアの発展には、メディア自体の特質の研究とともに、文化の側の研究も重要であり、この両輪によって健全な発展を目指せられると思われる。遊戯性の意義、複雑系進化、ネットワーク、参加等の観点から検討を行う。

Kakuya YAMAMOTO, Kosaku INAGAKI

Abstract

This paper studies the aspects of cultural evolution driven by the influences of information media. Virtual spaces can revolutionize our imagination and culture with the progress of multimedia information environments. One of the authors is developing a visual programming language called Visulan and studying the influences of such media. Sound progress of information media based on human culture will require the investigation of various characteristics of information media as well as a wide range of cultural aspects of our society. The discussion here includes the concepts such as the significance of play and games, the evolution of complex systems, networks, and participation.

1. はじめに

想像力を拡張する仮想空間との接点として、著者の一人山本はVisulan（ビジュラン）というソフトウェアの開発とその普及を進めている^[1]。従来の1次元言語によるプログラミングではなく、3次元ビジュアルプログラミングの概念を実装したソフトウェアである。このソフトウェアはプログラミングを現実世界と仮想空間を結ぶ行為と位置付け、まったく新しい双方向メディアの可能性を内包している。

著者らはこのような電子メディアの変革が文化的進化に大きな影響を与えつつあると考えるので、本論文ではそれについて幾つかの考察を行う。仮想空間は想像力革命ともいうべき特質を持ち、マルチメディア型情報環境の発達是我々の文化に大きな変化をもたらす可能性がある。情報メディアが文化に根付いて発展することが望ましく、そのためにはメディア自体の特質の研究とともに、文化の側の研究も重要であり、この両輪あいまって今後の健全な発展を目指せられると考えられる。

* 京都大学大学院工学研究科情報工学専攻
〒606-8501 京都市左京区吉田本町
Department of Information Science, Kyoto University
Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan
PHONE 075-753-5397
E-mail: yamakaku@kuis.kyoto-u.ac.jp

** 京都大学大学院情報学研究科
〒606-8501 京都市左京区吉田本町
Graduate School of Informatics, Kyoto University
Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan
PHONE/FAX 075-753-5978
E-mail: inagaki@kuis.kyoto-u.ac.jp

2. ビジュアルプログラミング言語Visulan

Visulanでは絵や音や3次元物体とその動作を、仮想空間を定義するマルチメディア型のルールベースとして記述する。従来のように物体の動きを文字で記述するプログラミング言語ではなく、物体のままプログラミングを行って、積極的に自由な仮想空間を構築する言語である。

Visulanの世界は、Ray^[2]によるTierraや、SommererとMignonneau^[3]による人工生命アートと同一の精神を有している。すなわち現実世界と異なる仮想宇宙を開拓して、その宇宙の発展則や進化則を構成的に議論できる点である。Rayの宇宙は双方向性を欠き、またSommererらの宇宙は個体の定義のみしかできない。Visulanの場合には情報宇宙の法則を対話的に構築しながら、新たな双方向世界を創造可能であり、確率機構を導入した進化的モデル等も開発しうる。メディアとしての我々の思想表現の一形態である。

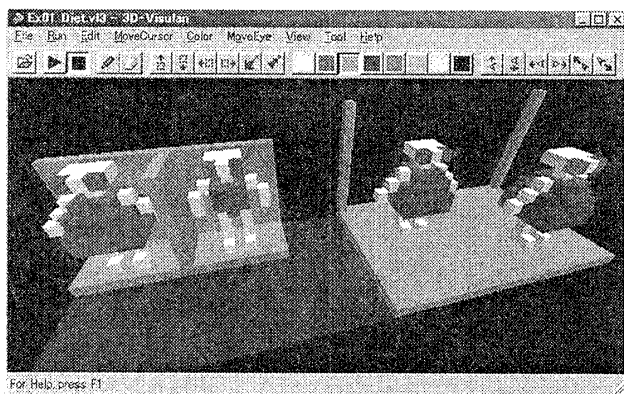


図1 Visulanによる仮想空間の例

図1に示すのは、3次元版の3D-Visulanにより構成した仮想空間の例である。仮想空間の左側にはルールが一つあり、右側にはステージがある。ルールの左半分には太った人、右半分にはやせた人がある。ステージ上には二人の太った人がある。この仮想空間を動作させると、ステージ上の二人が同時にやせる。

3D-Visulanは最も優先順位の高いルールから、ルール左半分のパターン（置換前パターン）と同じパターンがステージ上に存在するかを調べ、マッチングを行う。マッチングに成功したルールは、

ステージ上で置換前パターンと同じパターンの部分をルール右半分のパターン（置換後パターン）に置き換えることで、ステージ上の空間を変更する。ステージ上の空間が変更を受けると、最も優先順位の高いルールから再びマッチングが試される。すべてのルールのマッチングが失敗すると、仮想空間の動作は停止する。ルールの優先順位は、仮想空間内のルールの位置で決められる。また図1のように、一つのルールにマッチングする部分が複数ある場合には、それらを同時に置き換える。3D-Visulanには、この他にもAND条件による置換えを可能にする「ANDルール」、抽象化したパターンを扱えるようにするための「宣言」、システム入出力を可能にする「組込みパターン」などの機能があり、より複雑な仮想世界の動作の記述を可能にしている。詳細については文献[1]に詳述している。

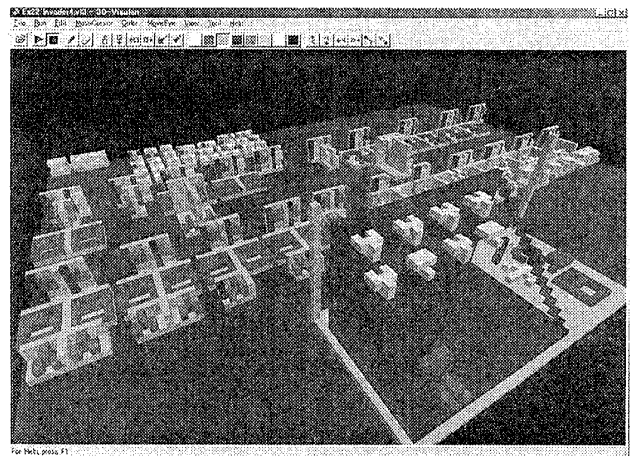


図2 Visulanによる3D インベーダゲームの例

図2は3Dインベーダゲームの例である。仮想空間の後方には45個のルールがある。手前のステージ上には8体のインベーダ、砲台、砲台用の盾等がある。45個のルールによって実際にインベーダゲームをシミュレートすることができ、この言語はパーソナルコンピュータ上に実装されている。

著者らはこのVisulanの開発過程等を通じて、想像力世界の様々な可能性を探っている。想像力拡張のフロンティアとしての新領域は、いまやコンピュータと情報通信とデジタルメディア技術の中に見いだされる。仕事としての技術を伴うプロ

グラミングではなく、遊びとして仮想空間と対話するアートであり、また心の拡張としても位置付けられるプログラミングである。

3. 想像力革命と遊戯性の意義

このような Visulan の開発を通して感じるのは、仮想空間という情報メディアにおける想像力の変容である。それは想像力革命とさえいえるべき変化を暗示しているようである。想像とは、一般には非現実性に関する表象や思考の働き、もしくはその内容であると定義される。想像の特徴は実在世界と一致しない世界を作り上げることである。我々は仮想空間の助けを借り、想像力を変容させ強化するという、革命すなわち大きな変化の段階に達しつつあるところでは見ている。先駆的に McLuhan^[4] は「メディアはメッセージである」と唱え、メディアが精神に与える影響を論じた。

3次元空間を対象とすると、形状 CAD システム等の応用を意図することが多いが、Visulan はそれとは異なっている。CAD システムにおいては静止形状の設計を主眼としており、一方 Visulan は物体の運動と変化を表現することを主眼とした言語である。また景観シミュレーション等を意図したシステムと比べても、その違いは明らかである。景観シミュレーションの場合に動くのは視点であって、けっして景観自体が様々な運動を行っているわけではない。静止的な建物等の景観の中を3次元的に視野を動かすだけである。

3次元空間中で運動したり、形状を変化させたりするプログラミング言語を開発して、その実験を行ったとき、自然に第一の応用例として適用されるのは、先に例に図示したようなゲーム等の遊戯的要素をもった対象であった。例えば歯車の噛み合わせ等の機械的要素のシミュレーション等への応用も可能であるが、その運動の自由度はごく限られており、また形状の変化がほとんどないために、実験の意義が非常に乏しくなるのである。

実際、3次元空間における形状変化型のソフトウェアで最も大きな市場を生み出したのはビデオゲーム市場である。また映画等におけるコンピュータグラフィックス応用というエンターテインメント分野であり、あるいはインターネットにおいて

も、その遊戯性において利用されているのが現状だということである。3次元ビジュアルプログラミングは非常に新しい基礎技術の一つであるが、そのような遊戯性は興味深い現象であると観察される。

McLuhan が言うようにメディアにメッセージ性があり、また仮想現実感など3次元型の仮想空間技術が今後発達していくとしたら、我々の小さな経験と考察からまず言えるのは、遊戯性の意義を文化の観点から深く考察する必要がある、それを欠いては情報文化の一方の側面を見逃すことになるのではないかという指摘である。

4. からくりと工業製品の技術

遊戯性はこれまで軽視されることが多かった。しかし遊戯性に関連して、特に玩具という視点で見ても、現代における文明の大きな転換点を感じるような変化を指摘することができる。

かつて玩具と工業製品は同じ技術を用いていた。こけしやコマ等を製作するロクロは、工業製品を削るのと同じ精度をもつ工作器械だったのである。工業製品としての大八車を製作するのも、玩具のコマを作るのも、技術的に本質的な差異はなかった。Vaucanson や細川頼直等のからくり人形に見るように、玩具の方が粋を極め、素材も技術も上回ることでさえしばしばであった。玩具起源の頂点はからくり儀右衛門（田中久重）による万年時計であろう。天文運行まで立体表示する世界時計となっている。工業の時代に入って、彼は現在の東芝の創立者となった。

見方によっては、工業の時代だけが非常に特殊であったともいえる。工業製品の自動車と、玩具の自動車とで、用いられる技術は根本的に異なっていた。素材も精度も製造工程も注ぎ込まれる科学も、比べ物にならないほど工業製品の方が勝っていた。「優れている物」は工業製品であり、「ちゃん物」は玩具だったのである。そういう価値観が厳然と存在して、この差異をだれも疑わなかった時代が工業の時代だった。

そして、その時代が終わり、玩具と工業製品の差異が再びなくなったのが、ビデオゲーム機の登場以後であるのではなからうか。ビデオゲーム機

は工業製品のコンピュータとまさに同じ技術であり、時代転換の先駆けとなったとも位置づけられよう。Tofler^[5]による農業の波、工業の波、情報の波という三つの波を仮定するとき、その変化の大波は玩具という遊びの視点からも非常によく見えており、第二の波の特殊性がはっきりと浮かび上がるのである。

工業の時代以外は、工業製品と玩具とは同等の技術を用いている。人類の歴史の中でほんの短い期間、工業の時代だけが特異性を示しているのである。このように遊戯としての玩具を見るだけでも、情報の時代への変化が感じられ、遊戯性は時代に先んじている側面があると指摘しておかねばならない。

5. 仮想空間における知的進化を探る

我々は複雑系の見方も加味して、仮想空間の世界を文化と文明に関連付けようとする研究も行っている^[6,7]。Ray や Sommerer らの研究に言及したのは、人工生命等の研究がこのような仮想空間との関連を持つためである。ビデオゲームの世界は単一のストーリー世界ではなく、非常に多くの未来の展開があり、そのどれを選んでよいという多分岐宇宙を実現する。NP 完全性問題という難問が示すように、ディジタル系にはいわゆる組み合わせ爆発現象が本質的である。すなわち、指数関数オーダー以上の計算量が必要になり、ノイマン型コンピュータでは実用的な時間内に計算しきれない。そのように複雑系としてとらえられる世界観の根源には、計算にかかわる情報現象やカオス現象が潜んでいるのである。

カオスとしての多様性の中から自己組織化現象が創発することは、カオスの縁と呼ばれる有機的かつ適応的な領域の発見によって新展開をみせた。この独創的な提唱の起源にも、Conway^[8]によるライフゲームなる遊びの創案がある。このゲームで彼が数学的証明を行った「ライフは万能である」という指摘が、やがて「生命は計算万能性を利用する」という科学予想へつながった。この予想は著者の一人稲垣によって、カオスの縁に関して数学的定理として証明され、強化された^[9,10]。

その仮説によれば、生命と知能とは共通の進化

法則下にあるとされる。生命現象に計算万能性という知能と密接する法則が潜んでいる可能性の証明によって、生命から知能への進化が必然に近く、そこに超指数法則など幾つかの共通法則が観察されるのである。このような理論は計算万能型コンピュータ内の仮想空間において、人工生命のシミュレーションを行う研究の理論的根拠となりえている。またそのような研究分野が急速に発展し、研究者も増加しているのである。

人工生命の研究においては、仮想空間中のルールベースによるシミュレーションを主とする点で、Visulan との類似性が見られる。そして人工生命で課題とされるのは、生命の誕生と進化の謎解きである。これらの問題はおそらく同一線上にある。すなわち生命が進化して知能を獲得する過程とともに、その先での文化の変容をも研究すべきと思われるのである。Visulan の3次元世界における多様な相互作用則は、心が生み出す仮想世界を実験できるツールとしての潜在能力を持っている。複雑系の延長で、間接的に文化の変容を研究する媒体となっていると思われるのである。

6. ネットワークとしてのルールベース

Visulan における仮想空間は、公理系としての世界の設計図という側面を持つ。ルールベースという公理系的法則の集合が、仮想空間を創造しているのである。同様の考え方によって、宇宙の公理的法則の体系が生命体の誕生に関与していることが、複雑系における重要な予想となりつつある。このような宇宙像の研究は情報物理学と呼ばれている。

時に人工生命の研究は、遊戯性を持った玩具の宇宙を構成しているだけだとみなされることがある。しかし物質的世界を突き抜けて、かつてない自由な宇宙像を形成する科学としての可能性を獲得しつつあると思われる。時空間世界での仮想的な任意の因果律を表現するメディアという意味で、Visulan を含めて今後の研究テーマとして重要性を持つと考えている。

このような理論の背後には、ネットワーク概念が色濃く反映されている。Santa Fe 研究所の Kauffman^[11]の研究は、ランダム型ネットワーク

からの生命現象の誕生理論である。創発的な自己組織化現象は、生物絶滅やあるいは社会や経済等の文明系においても観察され、我々の人工的社会も自然界の大法則に支配されるとの見方を支持している。

またネットワーク進化はインターネットにおいても引き起こされていると見ることができる。例えばWWWの発明と爆発的普及は、生物界の個体の突然変異が種全体に伝わり、その種が大繁栄するのと類似している。ランダム型ネットワークにはこの種の進化類似の現象が伴い、カオスの活力を肯定しながら、参加者の急増とネットワークの自己増殖をもたらしているのである。

ルールベースとしての因果律は複雑なネットワークを構成しており、単一の時間のみに従うとする古典的な発展則では既にこの世界はとらえきれなくなっている。その点でも様々な現象を可視化して、その極めて多様な変化を研究するために、仮想空間におけるルールベースを扱うシミュレーションツールは重要性を有しているのである。

7. 参加型メディアの重要性

また情報メディアを考えるときに、参加型メディアという概念が重要であることも指摘しておきたい。近年において商業的にも成功を収め、広く普及した情報メディアは、参加性の高さを指摘できるからである。これはネットワークという概念からも自然に演繹されてくる考え方である。

インターネットという情報通信ネットワークは本格的な参加型メディアである。インターネット内では今や国境もない参加型社会を形成しつつある。そこでは情報を受信するだけでなく、発信することによって参加が確認される。このようなメディアのコミュニティウェア^[12]としての側面は特に重視すべきである。

参加型メディアには双方向性という特性がある。この特性はパーソナルコンピュータやビデオゲーム等のメディアの特性でもある。またビデオゲームやカラオケは玩具だと軽視されがちだが、参加という視点では極めて重要なメディアであるはずである。受け身ではなく、利用者が積極的に参加するメディアだからである。

アウトドア機器としての携帯電話や携帯情報機器やカーナビゲーションシステム等も、参加型メディアとして進化しつつあると考えられる。従来、アウトドア環境は自己の所属するコミュニティから切り離されてしまう空間だった。しかし、携帯電話等があれば、アウトドアでも常に参加性を保つことが可能になる。現代社会は、ネットワークというつながりを重視する参加型社会へと変貌しつつあると思われ、これらのメディアはそのようなメッセージを含んでいると考えられる。近年の携帯電話の大普及の一つの側面を参加性から語ることができよう。

そして究極の参加型メディアとして基礎研究を進められているのが、仮想現実感 (VR) 技術である。VRは一種のきわものとみなされることもあるが、未来の参加型社会を見据えたとき、文明のキーテクノロジーとしての側面を持ちえ、Visulan もそのような技術の一形態として開発されている。「参加＝ネットワーク＋VR」の図式が確立されたとき、仮想空間メディアは光情報ハイウェイを存分に活用する可能性さえ有している。これは3次元メディアとしての Visulan の未来像でもある。

8. アートとしての参加性

日本発のビデオゲームやカラオケにおいてもそうだが、パソコンを含めて参加型メディアの多くの部分にはアート性と遊びの感覚が濃厚に漂っている。アートの側面は物質ではなく心の側にあり、心重視の文化を情報技術の側面から代表する産業が、米国の映画産業等とともに我国においても幾つか芽生えてきた。遊戯とメディアの感性は時代の先端をとらえる傾向がある。

Huizinga^[13] や Caillois^[14] は、遊びの本質に自由を見て、聖とのつながりを考察した。遊びの純粹さは精神の純粹さと知の獲得に密接に結び付く。遊びの中で、遊びとしてこそ、文化の誕生と発展は位置づけられ、遊びの退廃に近代文化の危機が指摘された。そして近代型の工業文明を超克するメディアの中に、人々是一种の救いや癒しさを見ようとしているのである。

精神の自由がアートという形態によって最大限

に発揮されてきたのは、空想性に富むアートの歴史を振り返るまでもないであろう。Visulan に埋め込まれたルールは、空想的な3次元空間でありながら、現実性の手応えをもって感じられる。空想としての空間は現実の自由とある意味で直結していると考えられる。

コンピュータというメディアが人間の能力を拡張し、科学とアートが融合することにより、仮想メディアは我々に語りかけるのかもしれない。仮想は仮想でなく、現実と同じように、我々が参加する自由空間なのだと。そして現実が自由でないなら、我々は仮想空間をもう一度その範例として訪ねるべきなのだと。

その点でも Visulan の開発におけるアート性を我々は重視している。様々な参加性とアート性は情報メディアが自由という概念を内包していることを示すと考えている。Visulan 自体は技術の所産であるが、そこから見えてくるものは情報文化そのものと密接に関連しているとみなしてよいと思われるのである。

9. 文化に根付いたメディアの発展を求めて

このような論点に基づいて、我国における今後の情報メディアの発展についても考察しておきたい。我々の所論によれば、情報メディアの技術的側面を見ただけでも、文化とのかかわりが非常に大きいことが知られる。内容としてのコンテンツ面に触れないでも、文化の議論を避けて通れないとすべきなのである。これは McLuhan におけるメディアのメッセージ性の一端と考えられ、情報メディアの側面からこの点を考察しておきたい。

日本を振り返ると、特に遊びの側面からもユニークな特質を持った国であった。我国の玩具産業は江戸時代に京・大坂・江戸の間屋制度の下に大いに発達していた。そして明治期には開国とともに大量に輸出し始めた。日露戦争後、ドイツとオーストリアが第一次大戦で敗れたため、代わって世界第一の輸出国となった。昭和12年度において、我国の輸出は、陶磁器、鉄製品、綿織物に次いで、玩具が第4位の輸出製品となっている。第二次大戦後にも再び素早い復興を見せ、昭和36年において、玩具の輸出額は286億円で、第2位の西

ドイツ135億円を倍以上引き離し、世界の首位に立っている。

例えば折り紙細工の多様さを見ただけでも、我国の児童文化の高さは想像がつく。日本の玩具文化は、世界でトップレベルの伝統を長い歴史の中で培ってきたのである。日本の漫画、アニメ、ゲーム等が世界で高い水準にあるのは、浮世絵という大衆芸術のべた塗りやデフォルメの文化を起源とすると指摘されることが多い。そのような隆盛には過去の文化的背景が伴っているのである。

またマルチメディア機器という視点で見たときにも、我国の戦後の技術はテレビ、カメラ、オーディオ機器等で世界を席卷してきた。漢字という表意文字の処理が情報処理機器のメディア化を先んじさせ、プリンタ、ファクシミリ、コピー機等で世界市場を獲得した。画像圧縮技術の標準化への日本人の貢献や、電子技術と通信技術関連分野において層の厚い技術者を擁していること等を見ても、我国のマルチメディア技術には世界を先導している側面がある。

ただ、玩具とメディアの国でありながら、それが大衆的であるが故に正当な評価と考察を欠いてきたのが我国であったといえるのではなかろうか。殖産興業期以後、工業製品としてのハードウェアばかりに固執してきた結果、工業製品と玩具を峻別してきた工業時代的な思想を断ち切れていないというべきであろう。そうではなくて、我々の文化に根付いたメディアの発展こそ求めるべきなのである。

10. 遅れている文化面での突破口

知の集積物であるソフトウェアの大部分は、メディアとして大衆に知を提供する役割を担っている。その結果、大衆性と直結する傾向が非常に強いのも当然であろう。ソフトウェアを高度な制御機器や工具の一種であるかとみなすのは、そのような重要な側面を見過ごしていることになるであろうし、また世界からの遅れにもつながってくるのである。

科学技術庁による平成9年版の『科学技術指標』^[15]では、我国の科学技術分野における論文数とその被引用度を調査している。コンピュータ

科学分野は論文数が世界の8.2%を占めるが、被引用率は世界の2.6%にすぎない。このデータが衝撃的であったのは、コンピュータ科学分野が我国の基礎科学分野として最も立ち遅れていることを立証した点であった。農学、物理学、工学、化学など諸分野は、たと言語の壁があるといえども、論文数と被引用度はほぼ等しく、コンピュータ科学分野ほど極端な落ち込みはなかったのである。

基礎科学としての我国のコンピュータ科学分野の遅れについては、様々な観点から論じることができるであろう。欧米の後追い型の研究が多く、独創的な研究姿勢に欠けることがその一つである。それとともに、ソフトウェアや情報メディアに関する先進的な思想性を欠いてきたことが、ハードウェアの時代からソフトウェアや心の時代に移ったこの分野における時代の流れを見過ごさせ、この分野を遅滞させたのであろう。

経済効果という面に集中して蔓延する議論と、応用技術面だけで欧米を追従する色彩が強いのが我国である。そのため心の時代に心を失い、基礎研究における思想性を軽視して、文化という最も成熟を必要とする宝石を色褪せさせているのではなかろうか。今後は、情報メディアを真の意味での情報文化として、意識的に育てることにこそ突破口を見いだすべきであろう。

11. 個を生かすメディア空間の発展を

遊びの文化から見えてくるのは、我々の未来に対する一つの手がかりであろう。明治期以来の日本は物のルネサンスを開花させたが、心のルネサンスを置き去りにした。しかし心はその自由空間である遊びの中で最大限に発揮されるのである。

多田^[14]はホイジンガにおける「遊び-真面目」の対立図式に注目する。遊びは積極概念だが、真面目は消極概念である。真面目の意味は遊びの否定概念としてのみ規定されるにすぎない。一方、遊びは喜んで真面目を自己の内にも包含することができる。むしろ遊びの方が、空間として真面目よりはるかに大きいのである。

真面目という一方向性は、社会の目標が定まっている単純系時代には機能しえた。社会主義にお

ける計画経済はその典型であろう。しかし多様性を重視する進化型複雑系社会である高度情報社会では、計画そのものが意味を持ちえない側面さである。メディア空間における自由な相互作用の典型が遊びであるが、それと同質の精神活動が我々の今後の社会の根源であり、かつ科学技術におけるイノベーションの源なのである。

我々が置き忘れたものがあるとしたら、それは個の自由な知の尊重と、個の知が生み出す創造空間としての自由なネットワーク——コミュニティウェア——の構築であろう。我々は参加し、その知を拡張し、文化の中から何かを感じ取る。心豊かで、本当に大事なものを再発見できる新しいコミュニティをこの空間の中に形成しなければならないのである。

ヨーロッパにおけるルネサンスでは、神から人間へのパラダイム転換という過去の常識では不道德性さえ漂わせる価値観の転換が、むしろ人間精神を誇らかに唱い上げ、その大拡張へと発展した。心のルネサンスの契機を遊びに見るとき、対置概念としての仕事からの飛躍の大きさに目をみはる。だからこそ心のルネサンスは、人間精神の新たな解放へと向けた一種の想像力革命なのかもしれない。情報メディアの世界は、その先端部分では既にそれに一步を踏み出していると思われる。

12. おわりに

本論文では、Visulan という3次元ビジュアルプログラミング言語の開発経験を通じて、情報メディアがもたらす文化的進化について幾つかの考察を行った。マルチメディア型情報環境の発達是我々の文化に大きな変化をもたらす可能性がある。また文化と手を携えての技術的発展が必要であると考える。

このような見方はまだ情報文化に関する研究の一端に過ぎないであろう。ただ、情報革命は非常に大きなパラダイム転換であるという可能性を、この小論でも少しは示したのではないかと考えている。今後の研究課題は多いが、最先端の基礎科学や技術とかかわりながら、文化や文明を論じる必要性和意義を強く感じている。

謝辞 Visulan の開発に際して湯浅太一京都大

学教授のご薫陶に感謝する。文化面に注目することの重要性は、多田道太郎氏や米山俊直氏から多くをご教示いただいた。からくりと工業製品の技術の見方に関しては、かつて任天堂の宮本茂氏のご賛同を得た。

参考文献

- [1] K.Yamamoto, 3D-Visulan: A 3D Programming Language for 3D Applications, Proc. 1996 Pacific Workshop on Distributed Multimedia Systems, pp.199-205, 1996.
- [2] T. S. Ray, An Approach to the Synthesis of Life, in Artificial Life II, C. G. Langton, et al. (eds.), Addison-Wesley, pp.371-408, 1992.
- [3] C. Sommerer and L. Mignonneau, "A-Volve" an Evolutionary Artificial Life Environment, in Artificial Life V, C. G. Langton and K. Shimohara (eds.), MIT Press, pp.167-175, 1997.
- [4] M. McLuhan, Understanding Media: The Extensions of Man, McGraw-Hill, 1964.
- [5] A. Tofler, The Third Wave, W. Morrow, 1980.
- [6] 稲垣耕作, 文明のネットワーク史観, 情報文化学会誌, vol.4, no.1, pp.3-10, 1997.
- [7] 稲垣耕作, 創発仮説とコンピュータの30年周期説, 情報文化学会誌, vol.4, no.1, pp.53-61, 1997.
- [8] E. R. Berlekamp, J. H. Conway, and R. K. Guy, Winning Ways for Your Mathematical Plays, vol.2, Academic Press, pp.817-850, 1982.
- [9] 稲垣耕作, 創発仮説とカオスの縁の計算万能性, 電子情報通信学会論文誌(A), vol. J81-A, no.9, pp.1230-1237, 1998.
- [10] 稲垣耕作, 情報学と物理学: カオスの縁の計算万能性, 情報処理学会人工生命とその応用シンポジウム論文集, pp.15-22, 1997.
- [11] S. A. Kauffman, The Origins of Order, Oxford University Press, 1993.
- [12] 稲垣耕作, 情報ネットワークにおけるCommunityware, 情報文化学会誌, vol.3, no.1,

pp.25-32, 1996.

- [13] ヨハン・ホイジンガ著, 高橋英夫訳, ホモ・ルーデンス(原書蘭語), 中公文庫, 1973.
- [14] ロジェ・カイヨワ著, 多田道太郎, 塚崎幹夫訳, 遊びと人間(原書仏語), 講談社学術文庫, 1990.
- [15] 科学技術庁科学技術政策研究所, 科学技術指標 平成9年版, 科学技術庁, 1997.

1998年4月10日受理

1998年6月10日採録



山本 格也 (やまもと かくや)

1971年生。1995年京都大学工学部情報工学科卒業。1996年京都大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。現在, 同大学院工学研究科情報工学専攻博士後期課程に在学中。ビジュアルプログラミング言語に関する研究に従事。



稲垣 耕作 (いながき こうさく)

1949年大阪市生まれ。1972年京都大学工学部電子工学科卒。1977年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。京都大学助手を経て, 現在, 京都大学助教授(大学院情報学研究科)。専門は基礎情報学, 情報文明学, 情報物理学, ペンネーム逢沢明でも活動。著書に「ネットワーク思考のすすめ」, 「ギガソサエティ」, 「複雑系は, いつも複雑」, 「コンピュータ科学の基礎」など。